

【特許請求の範囲】

【請求項1】 変調信号に従ってレーザービームをオンまたはオフさせることにより光記録媒体にビットを形成する光情報記録装置において、

記録中のトラックに隣接する複数のトラックに記録される情報を予測する隣接トラック情報取得手段と、上記隣接トラック情報取得手段の出力に基づいて、隣接する複数のトラックから生ずるクロストークをキャンセルするような補正値を演算する補正値演算手段と、上記補正値に基づいて記録信号に補正を行う信号補正手段とをもつことを特徴とする光情報記録装置。

【請求項2】 請求項1記載の光情報記録装置において、上記信号補正手段は、上記変調信号の立ち上がり及び立ち下りのタイミングを補正するようになされていることを特徴とする光情報記録装置。

【請求項3】 請求項2記載の光情報記録装置において、上記隣接トラック情報取得手段は、複数のトラックに記録される上記変調信号の情報を記憶しておく記憶手段と、上記記憶手段に記憶された複数のトラックの変調信号をディスク上の位置関係に合わせる位置合わせ手段と、上記複数の記憶手段から得られた情報に従って隣接するトラックに記録される情報を取得することとを特徴とする光情報記録装置。

【請求項4】 請求項3記載の光情報記録装置において、上記補正値演算手段は、補正データ格納手段を有し、上記補正データ格納手段に格納した補正データに従って、上記変調信号のタイミングを補正することとを特徴とする光情報記録装置。

【請求項5】 請求項4記載の光情報記録装置において、上記補正データは、評価用の光記録媒体の再生結果に基づいて設定されることを特徴とする光情報記録装置。

【請求項6】 変調信号に従ってレーザー光線を変調して順次ビットを形成し、上記ビットにより所望のデータを記録する光情報記録方法において、記録中の信号に対して、隣接する複数のトラックに記録される情報を予測し、上記予測情報に従って、上記変調信号のエッジ位置を移動させた後に記録を行うことを特徴とする光情報記録方法。

【請求項7】 ビットが形成されて情報を記録された光情報記録媒体において、ビットの前後エッジの位置が、上記ビットに隣接する複数のトラックに記録されたビットの長さ位置に応じて調整されていることを特徴とする光情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光情報記録媒体、光情報記録装置及び光情報記録方法に關し、例えばコンパクトディスク（CD）やデジタルビデオディスク（DVD）、及びこれらのディスクの記録装置に適用することができる。本発明は、記録中のレーザービーム照射のタイミングを、記録中のビットに隣接するトラックに記録された情報に応じて制御することにより、クロストークが低下した良好な信号を再生する高品質なディスクを作成するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、例えばこの種の光情報記録媒体であるコンパクトディスクの記録装置においては、記録に供するデータをデータ処理した後、EFM（Eight-to-Fourteen Modulation）変調することにより、所定の基本周期Tに対して、周期3T～11Tのビット列が形成され、これによりオーディオデータ等が記録されるようになされている。

【0003】これに対応してコンパクトディスクプレイヤーは、コンパクトディスクにレーザービームを照射して戻り光を受光することにより、この戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号を得、この再生信号を所定のスライスレベルにより2値化して2値化信号を生成する。さらにこの2値化信号よりPLL回路を駆動して再生クロックを生成すると共に、この再生クロックにより2値化信号を順次ラッチし、これによりコンパクトディスクに形成されたビット列に対応する周期3T～11Tの再生データを生成する。

【0004】コンパクトディスクプレイヤーは、このようにして生成した再生データを記録時のデータ処理に対応するデータ処理により復号し、コンパクトディスクに記録されたオーディオデータ等を再生するようになされている。

【0005】このような従来のコンパクトディスク（CDディスク）の記録再生に關して、特開昭58-2628号公報には、レーザービームの出力パワーを変化させると共に、パルス信号のパルス幅を縮小させることにより、記録信号とずれが生じない再生信号が得られるようなビットをディスクに形成するようにしたディスク記録装置が開示されている。また、特開平3-83230号公報には、光記録媒体の熱時定数に起因するビットの伸長分に相当するパルス幅だけ短いパルス幅の書き込みパルスをベースバンド信号から形成し、この書き込みパルスでパルス幅変調した記録光を光記録媒体に照射することにより、ベースバンド信号に対応して正規の長さのビットを熱時定数の大きな光記録媒体に形成する光記録装置が開示されている。また、特開昭62-54830号公報には、レーザービームのパルス幅を順次変化させながら記録を行い、再生信号のパルス幅が所定の長さになるときのレーザービームのパルス幅を選択するようにして、ディスク毎記録

感度が異なったりレーザービームの強度が温度により変動しても、使用するディスクおよび環境条件のもとで最適な記録条件の設定が可能となり、再生信号の信頼性を向上させることができるとともに、情報記録の高密度化が実現できる光ディスク記録再生装置が開示されている。

【0006】ところで近年、このようなコンパクトディスクを高転送レートで再生することが一般的になっている。高転送レートの再生装置においては、例えばコンパクトディスクを所定の回転数の n 倍以上で回転させることにより高速でデータを再生するものである。このような高転送レートの再生装置では、同じ量のデータを通常より遥かに短時間で得ることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで高転送レートで再生するためには、ディスクの回転数を上げることと共に、広帯域の電子回路が必要となる。広帯域の電子回路は一般にノイズレベルが高いので、高いノイズレベルの中でも安定な信号を再生するためには、ディスクのジッターを低下させることが必要となる。

【0008】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、隣接するトラックからのクロストークに起因して発生するジッターが少なく、高転送レートにおいても安定に信号を復号することが可能な光情報記録媒体、光情報記録装置及び光情報記録方法を提案しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明の光情報記録装置は、変調信号に従ってレーザービームをオンまたはオフさせることにより光記録媒体にビットを形成する光情報記録装置において、記録中のトラックに隣接する複数のトラックに記録される情報を予測する隣接トラック情報取得手段と、上記隣接トラック情報取得手段の出力に基づいて、隣接する複数のトラックから生ずるクロストークをキャンセルするような補正値を演算する補正値演算手段と、上記補正値に基づいて記録信号に補正を行う信号補正手段とを有するものである。

【0010】また、本発明の光情報記録方法は、変調信号に従ってレーザー光線を変調して順次ビットを形成し、上記ビットにより所望のデータを記録する光情報記録方法において、記録中の信号に対して、隣接する複数のトラックに記録される情報を予測し、上記予測情報に従って、上記変調信号のエッジ位置を移動させた後に記録を行うものである。

【0011】また、本発明の光情報記録媒体は、ビットが形成されて情報を記録された光情報記録媒体において、ビットの前後エッジの位置が、上記ビットに隣接する複数のトラックに記録されたビットの長さ位置に応じて調整されているものである。

【0012】本発明の光情報記録装置によれば、以下の作用をする。本発明の光情報記録装置においては、データに基づいて変調信号を生成し、記録中のトラックに隣接する複数のトラックに記録される情報を予測する隣接トラック情報取得手段と、上記隣接トラック情報取得手段の出力に基づいて、隣接する複数のトラックから生ずるクロストークをキャンセルするような補正値を演算する補正値演算手段と、上記補正値に基づいて記録信号に補正を行う信号補正手段とを有するもので、隣接トラックに記録されたビットから生ずるクロストークをキャンセルするような位置に記録信号のエッジ位置を補正した後、レーザー光線をオンオフさせて光記録媒体にビットを形成して記録を行う。このため光情報記録装置においては、隣接トラックから予想されるクロストークに従って記録パルスのエッジ位置を微調整することにより、再生時に隣接トラックからのクロストークによって発生するジッターを除去し、低ジッターのディスクが作製可能となる。この結果、本発明の光情報記録装置により作成されたディスクは総合ジッターが低下し、高転送レートにおいて多少ノイズレベルが上昇しても、安定な再生が可能となる。

【0013】本発明の光情報記録方法によれば、以下の作用をする。本発明の光情報記録方法においては、隣接する複数のトラックに記録される情報を予測し、上記予測情報に従って隣接するトラックからのクロストークが減少するように変調信号のエッジ位置を移動させて記録を行う。このため本発明の光情報記録方法においては、隣接トラックに記録される情報から予想されるクロストークに従って記録パルスのエッジ位置を微調整することにより、再生時に隣接トラックからのクロストークによって発生するジッターを除去し、低ジッターのディスクが作製可能となる。この結果、本発明の光情報記録方法により作成されたディスクは総合ジッターが低下し、高転送レートにおいて多少ノイズレベルが上昇しても、安定な再生が可能となる。

【0014】本発明の光情報記録媒体によれば、以下の作用をする。本発明の光情報記録媒体においては、隣接する複数のトラックに記録された情報に従って、隣接トラックからのクロストークが小さくなるようにビットのエッジ位置が調整されている。このため本発明の光情報記録媒体においては、再生時に隣接トラックからのクロストークによって発生するジッターが低減し、低ジッターのディスクとなる。この結果、本発明の光情報記録媒体は総合ジッターが低下し、高転送レートにおいて多少ノイズレベルが上昇しても、安定な再生が可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【0016】図1は、本発明の実施の形態に係る光ディスク記録装置1の構成を示すブロック図である。この光

ディスク記録装置1は、光ディスク原盤2を露光してディジタルオーディオデータ3より出力されるオーディオデータSAを記録する。光ディスクの製造工程では、この光ディスク原盤2を現像した後、電鍍処理することにより、マザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパーを作成する。さらに光ディスクの製造工程では、このようにして作成したスタンパーよりディスク状基板を作成し、このディスク状基板に反射膜、保護膜を形成してコンパクトディスクを作成する。

【0017】すなわちこの光ディスク記録装置1において、スピンドルモータ4は、光ディスク原盤2を回転駆動し、底部に保持したFG信号発生回路より、所定の回転角毎に信号レベルが立ち上がるFG信号FGを出力する。スピンドルサーボ回路5は、光ディスク原盤2の露光位置に応じて、このFG信号FGの周波数を所定の周波数になるようにスピンドルモータ4を駆動し、これにより光ディスク原盤2を所定の回転数になるように回転駆動する。より具体的に説明すると、スピンドルサーボ回路5は、FG信号と、隣接トラック情報取得回路13から出力される信号SFとの位相と周波数が一致するようにスピンドルモータ4を制御する。尚、以降説明する第一の実施の形態では、スピンドルモータ4は常に一定回転数で回転する(CAVモードと呼ばれる)ものとして説明を行う。実際の応用では、回転数を特定の半径領域ごとに区切り、回転数を段階的に変化させるZCAV(Zone Constant Angular Velocity)モードが使用されることが多い。

【0018】記録用レーザ7は、ガスレーザ等により構成され、ディスク原盤露光用のレーザビームLを射出する。光変調器8は、電気音響光学素子で構成され、変調信号SDに応じてレーザビームLをオンまたはオフに制御して出力する。ミラー10は、このレーザビームLの光路を折り曲げて光ディスク原盤2に向けて射出し、対物レンズ11は、このミラー10の反射光を光ディスク原盤2に集光する。これらミラー10及び対物レンズ11は、図示しない粗動送り機構により、光ディスク原盤2の回転に同期して光ディスク原盤2の外周方向に順次移動し、これによりレーザビームLによる露光位置を順次光ディスク原盤2の外周方向に変位させる。

【0019】これによりこの光ディスク記録装置1では、光ディスク原盤2を回転駆動した状態で、ミラー10及び対物レンズ11の移動によりらせん状にトラックを形成し、このトラックに変調信号SDに対応して順次ビットを形成する。

【0020】変調回路12は、ディジタルオーディオデータ3より出力されるオーディオデータSAを受け、対応するサブコードデータをこのオーディオデータSAに付加する。さらに変調回路12は、このオーディオデータSA及びサブコードデータをコンパクトデ

ィスクのフォーマットに従ってデータ処理し、変調信号SBを生成する。すなわち変調回路12は、オーディオデータSA及びサブコードデータに誤り訂正符号を付加した後、インターリーブ処理、EFM変調処理する。これにより変調回路12は、ビット形成の基本周期Tに対して、この基本周期Tの整数倍の周期(周期3T~11T)で信号レベルが変化するEFM変調信号SBを出力する。また、変調回路12は、基本周期T毎に変化するチャネルクロック信号CKを生成し、隣接トラック情報取得回路13に送出する。

【0021】従来用いられていた光ディスク記録装置では、このようにして作製されたEFM変調信号SBがそのまま光変調器8に送り込まれ、レーザ7から得られるレーザ光線Lをオン/オフして光ディスク原盤2の上に露光が行われていた。

【0022】このような従来法において作製されたディスクにおいては、隣接トラックに記録されたビットからの漏れ込み(クロストーク)により再生信号の状態が変化し、ジッターを生じる原因となっていた。

【0023】そこで本実施の形態においては、変調回路12の出力信号SB及びチャネルクロック信号CKが、隣接トラック情報取得回路13に送り込まれる。隣接トラック情報取得回路13においては、記録中のトラックの変調信号S2、隣接トラックの変調信号S1、S3をクロストーク予測回路14に出力する。これらの信号を使って、クロストーク予測回路14ではクロストーク予想値SXを算出し、タイミング補正回路17に出力する。また、クロストーク予測回路14内部の遅延を考慮し、前出のクロストーク予想値SXとタイミングを合わせた変調信号SCを作製し、同様にタイミング補正回路17に出力する。

【0024】タイミング補正回路17では、以上のようにして得られたクロストーク予想値SXに従ったエンジラしを、変調信号SCに対して与える。このようにしてタイミング補正回路17は、補正のかけられた変調信号SDを光変調器8に送り、光変調器8においてレーザ7の出力をオン/オフして光ディスク原盤2に記録することにより、作製された光ディスク原盤2全面において、隣接トラックからのクロストークによりジッターが増加するという問題点が除去され、結果として良好なジッターの光ディスク原盤2を作成することができる。

【0025】図2は、隣接トラック情報取得回路13の構成例を示すブロック図である。同図において、隣接トラック情報取得回路13に入力された変調信号SBは、2段階のFIFO(ファーストイン・ファーストアウト)メモリー31A及び31Bに入力される。これら二つのFIFOメモリー31A及び31Bは、その遅延量が504、000サンプルに設定されている。

【0026】本実施の形態に示す光ディスク記録装置では、1トラック中に504、000クロックの信号が記

録されるようになされている。従って、FIFOメモリ31Aの出力は、変調信号SBに対してちょうど1トラック分だけ遅延されている。同様にして、FIFOメモリ31Bの出力は、変調信号SBに対して2トラック分だけ遅延されている。従って、FIFOメモリ31Aの出力信号S2を中心に考えると、信号S1は1トラック手前に記録された情報であり、同様信号S3は1トラック後の情報を表していることになる。

【0027】この様子を図3に示す。トラック番号1は、図中のA点からB点までに記録された情報である。同様にしてトラック番号2は図中のB点からC点まで、トラック番号3はC点からD点までに記録されている。全てのトラックにおいて、1トラック中にはちょうど504、000クロックの情報が記録される。そこで同図の下部に示すように1トラックの情報を順番に並べるだけで隣接するトラックに記録される情報を知ることができる。

【0028】カウンタ30は、チャンネルクロックCKを120分周して、回転クロック信号SFとして出力する。回転クロック信号SFは、スピンドルサーボ5に入力され、スピンドルモータ4の回転に伴って得られるFG信号の周波数と位相が回転クロック信号SFと一致するように制御される。

【0029】FG信号は、スピンドルモータ4が一回転すると4200のパルスを生ずるようになされている。この信号と、チャンネルクロックCKを120分周して得られた回転クロック信号SFが同じ周波数であるから、結局チャンネルクロックCKは、スピンドルモータ4の一回転中に、 $4200 \times 120 = 504000$ パルスを生ずるようになされている。このようにして、チャンネルクロックCKとスピンドルモータ4の同期関係が常に保たれているので、隣接トラック情報取得回路13では、記録信号SBをFIFOメモリ31A及び31Bで504、000クロック分だけ遅延することで隣接トラックの情報を得ることが出来る。

【0030】図4はクロストーク予測回路14を示すブロック図である。クロストーク予測回路14は、隣接トラック情報取得回路13から得られた、隣接トラックの情報S1及びS3を用いて、クロストークの補正量SXを出力する。この回路の一番上の部分では、クロックCKで動作する13個のラッチ回路18A～18Mを直列に接続し、この直列回路にディスク外周方向に対して1トラック後ろに記録されるEFM変調信号S3を入力する。これにより1トラック後ろに記録されたEFM変調信号S3の記録パターンを検出する。すなわち、例えばラッチ回路18A～18Mの出力に「001111111110」が得られた場合、後ろ側の隣接トラックには長さ11Tのビットが記録されていると判断することができる。同様に「001111100001」のラッチ出力が得られた場合、長さ5Tのスペースに続いて長さ5Tのビットが連続し

て、後ろ側の隣接トラックに記録されていると判断することができる。

【0031】補正值テーブル21Aは、複数の補正データを格納したリードオンリメモリで形成され、ラッチ回路18A～18Mのラッチ出力がアドレスとして入力されている。すなわち補正值テーブル21Aは、後ろ側の隣接トラックに記録された変調信号S3のパターンに対応する補正值データDF1を出力する。

【0032】また図4の下側部分では、クロックCKで動作する13個のラッチ回路19A～19Mを直列に接続し、この直列回路にディスク外周方向に対して1トラック手前のEFM変調信号S1を入力する。これにより1トラック手前に記録されたEFM変調信号S1の記録パターンを検出する。すなわち、例えばラッチ回路19A～19Mの出力に「001111111110」が得られた場合、手前側の隣接トラックには長さ11Tのビットが記録されていると判断することができる。

【0033】補正值テーブル21Bは、複数の補正データを格納したリードオンリメモリで形成され、ラッチ回路19A～19Mのラッチ出力がアドレスとして入力されている。すなわち補正值テーブル21Bは、手前側の隣接トラックに記録された変調信号S1のパターンに対応する補正值データDF2を出力する。

【0034】後ろ側の隣接トラックから得られた補正值データDF1と、手前側の隣接トラックから得られた補正值データDF2とは、加算回路22によって加算され、クロストーク補正信号SXとなつてタイミング補正回路17に送られる。また記録中のトラックの変調信号S2は、6個のラッチ回路20A～20Fにより、6クロック分だけ遅延された後、変調信号SCとしてタイミング補正回路17に送られる。このようにして変調信号S2を6クロック分だけ遅延させることにより、クロストーク補正信号SXと、変調信号SCとの相対的な時間ずれを防ぐことができる。

【0035】図5はタイミング補正回路17の構成を示している。図面において、変調信号SCはモノステーブルマルチバイプレタ25A及び25Bに接続される。ここでモノステーブルマルチバイプレタ25Aは、変調信号SCの立ち上がりエッジを基準にして、所定期間の間（周期3Tより充分に短い期間）、信号レベルが立ち上がるパルス信号を出力する。またモノステーブルマルチバイプレタ25Bは、変調信号SCの立ち下がりエッジを基準にして、所定期間の間（周期3Tより充分に短い期間）、信号レベルが立ち上がるパルス信号を出力する。

【0036】これらのパルス信号は、それぞれ遅延回路26A及び26Bに送られる。遅延回路26A及び26Bは、15段のタプル出力を有し、各タプル間の遅延時間差がこのタイミング補正回路17における変調信号のタイミング補正の分解能に設定される。遅延回路26A

は、モノステーブルマルチパイプレート25Aより出力される、変調信号SCの立ち上がりエッジから生成されるパルス信号SSを順次遅延して各タップより出力する。セレクト23Aは、クロストーク補正信号SXに従って遅延回路26Aのタップ出力を選択出力し、これによりクロストーク補正信号SXに応じて遅延時間の変化になるパルス信号SSを選択出力する。同様にして、遅延回路26Bは、モノステーブルマルチパイプレート25Bより出力される、変調信号SCの立ち下がりエッジから生成されるパルス信号SSを選択出力する。セレクト23Bは、クロストーク補正信号SXに従って遅延回路26Bのタップ出力を選択出力し、これによりクロストーク補正信号SXに応じて遅延時間の変化になるパルス信号RRを選択出力する。

【0037】フリップフロップ(F/F)24は、立ち上がりエッジから作製されたパルスSS、及び立ち下がりエッジから作製されたパルスRRを合成して出力する。すなわちフリップフロップ24は、パルスSS及びパルスRRをそれぞれセット端子S、リセット端子Rに入力し、これにより立ち上がりエッジから作製されたパルスSSの立ち上がりで信号レベルが立ち上がった後、立ち下がりエッジから作製されたパルスRRの立ち上がりで信号レベルが立ち下がる変調信号SDを生成する。

【0038】このようにして作製された変調信号SDを光変調器8に供給し、レーザ7からのレーザ光線Lを光変調器8において変調して光ディスク原盤2を露光することにより、隣接トラックからのクロストークを予測し、予測されたクロストークに従ってピットのエッジ位置が適切な位置にシフトされる。このようなピットを再生すると、クロストークが除去された良好な信号をディスクから得ることが可能となる。

【0039】図6は、このようにしてエッジのタイミング補正に使用される補正值テーブル21A及び21Bの生成の説明に供する工程図である。光ディスク記録装置1では、この補正值テーブルを適切に設定することにより、隣接トラックに記録された情報に關係なく、クロックCKに同期した正しいタイミングで所定のスライスレベルを再生信号が横切るようにする。

【0040】なお補正值テーブルは、21Aと21Bの両方に存在するが、何れも生成方法は同一であるので、ここでは21Aについてのみ説明して21Bの説明を省略する。

【0041】この工程においては、光ディスク記録装置1により評価用の光ディスク原盤2を作成し、この光ディスク原盤2より作成されるコンパクトディスクの再生結果に基づいて、補正值テーブルを設定する。

【0042】ここでこの評価用の光ディスク原盤2作成時において、光ディスク記録装置1には、評価基準用の補正值テーブル21Aが設定される。この評価基準用の補正值テーブル21Aは、セレクト23A(図5)にお

いて、常に遅延回路26Aのセンタータップ出力を選択出力するように、補正值データSXが設定されて形成される。これによりこの工程では、タイミング補正回路17の効果が全く無い状態に設定される。

【0043】このようにして、タイミング補正回路17の効果が全く無い状態の信号SDが光変調器8に送り込まれ、通常のコンパクトディスク作成と同様にしてレーザ光Lにより光ディスク原盤2を露光する。

【0044】このようにして露光した光ディスク原盤2を現像した後、電鍍処理してマザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパー40を作成する。さらにこのスタンパー40より通常のコンパクトディスク作成工程と同様に、光ディスク41を作成する。

【0045】光ディスクプレーヤー42は、コンピュータ44の指示に従って、先のようにして作成された評価用の光ディスク41を再生する。このとき光ディスクプレーヤー42は、コンピュータ44より制御されて動作を切り換え、光ディスク41より得られる戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号Rを内蔵の信号処理回路よりデジタルオシロスコープ43に出力する。

【0046】デジタルオシロスコープ43は、チャンネルロックの20倍のサンプリング周波数でこの再生信号RFをアナログデジタル変換処理し、その結果得られるデジタル信号をコンピュータ44に出力する。

【0047】コンピュータ44は、光ディスクプレーヤー42及びデジタルオシロスコープ43の動作を制御する共に、デジタルオシロスコープ43より出力されるデジタル信号を信号処理し、これにより現在のトラックにおいて観測されたクロストークの量を求める。

【0048】さらに光ディスクプレーヤー42は、コンピュータ44により制御されて1トラック手前のトラックに戻り、1トラック手前に記録されていた情報を再生する。1トラック手前の情報から、コンピュータ44は1トラック手前に記録されていたピットのパターン情報を求める。

【0049】以上のようにして得られたクロストークの量と、隣接トラックに記録されていた情報に基づき、コンピュータ44はクロストーク補正データDF1をクロストークのパターン毎に計算して求める。

【0050】最後にコンピュータ44は、ROMライター45を駆動して、計算したクロストーク補正データDF1を順次リードオンリメモリに格納し、これにより補正值テーブル21Aを形成する。このようにして出来上がった補正值テーブル21Aにより最終的に光ディスクを製造する。

【0051】図7は、このコンピュータ44において、クロストーク補正データDF1を製作する処理手順を示すフローチャートである。この処理手順において、コンピュータ44は、ステップSP1からステップSP2に

移り、ジッタ検出結果T (p)、ジッタ計測回数K (p) を値0にセットする。ここでコンピュータ44は、隣接トラックの一方に記録された信号のパターン:p 毎に、ジッタ検出結果T (p) を算出し、またジッタ計測回数K (p) をカウントする。このためコンピュータ44は、ステップSP2において、これら全てのジッタ検出結果T (p)、ジッタ計測回数K (p) を初期値ゼロにセットする。

【0052】続いてコンピュータ44は、ステップSP3に移り、デジタルオシロスコープ43より出力されるデジタル信号を所定のスライスレベルと比較することにより、再生信号RFを2値化してなるデジタル2値化信号を生成する。なおコンピュータ44は、この処理において、スライスレベル以上が値1、スライスレベルに満たない部分では値0となるように、デジタル信号を2値化する。

【0053】続いてコンピュータ44は、ステップSP4に移り、このデジタル信号でなる2値化信号より再生クロックを生成する。ここでコンピュータ44は、2値化信号を基準にして演算処理によりPLL回路の動作をシンクロ化し、これにより再生クロックを生成する。

【0054】さらにコンピュータ44は、続くステップSP5において、このようにして生成した再生クロックの各立ち下がりエッジのタイミングで、2値化信号をサンプリングし、これにより変調信号を復号する (以下復号したこの変調信号を復号信号と呼ぶ)。

【0055】続いてコンピュータ44は、ステップSP6に移り、2値化信号の立ち上がりエッジの時点から、このエッジに最も近接した再生クロックの立ち下がりの時点までの時間差eを検出し、これによりこのエッジにおけるジッタを時間計測する。続いてコンピュータ44は、ステップSP7において、ステップSP6で時間計測したエッジについて、隣接している一方のトラックに記録されている信号のパターンpを求める。

【0056】コンピュータ44は、続いてステップSP8において、隣接しているトラックの信号パターンpに対応するジッタ検出結果T (p) に対して、ステップSP6において検出した時間差eを加算し、また対応する

$$Hr1(p) = Hr0(p) - a / \tau \cdot T(p) / K(p) \quad (1)$$

【0061】なおここでHr1(p)は、補正値データDF1により選択される遅延回路26Aのタップであり、値0の場合がセンタータップである。またHr0(p)は、初期値でなる補正データDF1により選択される遅延回路26Aのタップであり、この実施の形態において、Hr0(p, b)は、値0に設定されていることになる。またaは定数である。ここでこの実施の形態において、aは1以下の値 (例えば0.7など) に設定され、これによりノイズなどの影響があっても、確実に補正値データを収束させるようになされている。

ジッタ計測回数K (p) を値1だけインクリメントする。続いてコンピュータ44は、ステップSP9に移り、全てのパターンpについて、十分なサンプル数のデータを得たか否かを判断し、ここで否定結果が得られると、ステップSP5に戻る。

【0057】これによりコンピュータ44は、ステップSP5-SP6-SP7-SP8-SP9-SP5の処理手順を繰り返し、隣接トラックの一方に記録されたパターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を累積加算し、また加算数をカウントする。なおこのパターンは、タイミング補正回路17におけるラッチ回路18A~18Mの段数に対応するように、ジッタ検出対象のエッジより基本周期Tを基準にした前後6サンプルの期間 (全体で周期12Tの期間) により分類される。

【0058】このようにして全てのパターンについて、十分なサンプル数のジッタの時間計測を完了すると、コンピュータ44は、ステップSP9において肯定結果が得られることにより、ステップSP10に移り、ここで隣接トラックに記録されたパターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を平均化する。すなわちステップSP6において検出されるジッタにおいては、ノイズの影響を受けていることにより、コンピュータ44は、このようにしてジッタ検出結果を平均化し、ジッタの測定精度を向上する。また、以上の計算では隣接トラックの一方だけを計算の対象としていたが、実際には隣接トラックの両方からのクロストークがジッタを生ずる原因となる。しかしながら、十分なサンプル数を集めて、これらの結果が得られるジッターを片方の隣接トラックにおける記録パターン毎に平均化することにより、反対側の隣接トラックからの影響をほぼ無視することができる。

【0059】コンピュータ44は、このようにしてジッタ検出結果を平均化すると、続いてステップSP11に移り、この検出結果より、各変化パターン毎にそれぞれクロストーク補正データDF1を生成することができる。ここでこの補正データDF1は、遅延回路31におけるタップ間選出時間差を τ とにおいて、次式の演算処理を実行して算出される。

【0060】

【数1】

$$Hr1(p) = Hr0(p) - a / \tau \cdot T(p) / K(p) \quad (1)$$

【0062】コンピュータ44は、このようにして生成したクロストーク補正データDF1をROMライター45の所定のアドレス領域に格納すると、ステップSP12に移ってこの処理手順を終了する。続いてコンピュータ44は、ROMライター45により焼き込みを行い、タイミング補正回路17内部の補正値テーブル21Aを完成させる。

【0063】さらに、上述したと処理手順と同じ処理をデジタル2値化信号の立ち下がりエッジについて実行し、補正値テーブル21Bを完成する。

【0064】このようにして完成した補正值テーブル21A及び21Bを用い、光ディスク記録装置1において光ディスクの製造を行う。このようにして完成した光ディスクでは、ディスク全面に渡ってクロストークが低減されるので、極めて小さなジッターにより再生される。

【0065】このような光ディスク記録装置1を使用して記録された光ディスク記録媒体の模式図を図8に示す。この図において、レーザのスポット50により、中央のトラックT2には51、52、53、54の四つのビットが記録されていて、これらはいずれも3Tの情報を表すビットであるものとする。通常的光ディスク記録媒体では、これら4つのビットは全て同じ長さとして記録される。しかしながら、本実施の形態による光ディスク記録装置1において記録された光ディスク記録媒体上のビットでは、隣接するトラックに記録されたビットパターンにより、同じ3Tの情報を表すビットであっても、微妙に長さが異なっている。

【0066】例えばビット51に隣接する二つのトラックT1及びT3にはどちらもビットが記録されていないので、ビット51は標準通りの長さとして記録されている。しかし、ビット52及びビット53は、片側の隣接トラックT3及びT1に大きなビット55及びビット56が記録されているので、このビット55及びビット56の影響を除去するように、若くはビット52及びビット53の前縁と後縁の位置がシフトされて記録される。この結果、ビット52及びビット53は、その長さが若干短めに記録されている。さらにビット54においては、両側の隣接トラックT1及びT3にビット57及びビット58が記録されているので、これらの隣接トラックT1及びT3のビット57及びビット58からのクロストークをキャンセルするために、ビット54の前縁と後縁の位置がさらに大きくシフトされている。この結果、ビット54はこの図に示したトラックT2におけるビット(51〜54)の中で、最も短い長さとして記録されている。

【0067】このようにして出来上がった光ディスク記録媒体上に再生スポットが走査して再生信号を得ると、ビット51、52、53、54からは、それぞれ理想的な3Tの長さの再生信号が得られて、ジッターを生ずることが無く、良好な再生特性が得られる。

【0068】上述の実施の形態においては、評価用の光ディスクより作成した補正值テーブルを直接使用して光ディスクを作成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、評価用の光ディスクより作成した補正值テーブルを用いて改めて評価用の光ディスクを作成し、この改めて作成した評価用の光ディスクにより補正值テーブルを修正してもよい。このように繰り返し補正值テーブルを修正すれば、その分確実にジッターを低減することができる。

【0069】さらに上述の実施の形態においては、基本

のクロックを基準にした2値化信号の時間計測によりジッター量を計測し、この計測結果より補正值データを作成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、この時間計測によるジッター量の計測に代えて、基本のクロックを基準にした再生信号の信号レベル検出により補正值データを作成してもよい。なおこの場合、検出した再生信号の信号レベルよりスライスレベルまでの誤差電圧を計算し、この誤差電圧と再生信号の過渡応答特性により補正值データを算出することになる。

【0070】また上述の実施の形態においては、テーブル化した補正值データに従って変調信号のタイミングを補正する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、予め検出した補正值データに代えて、演算処理により補正值データを算出し、これにより変調信号のタイミングを補正してもよい。

【0071】また上述の実施の形態においては、スピンドルモータ4の回転数が常に一定の、CAVとよばれるモードを前提に説明したが、本発明はこれに限らず、モータの回転数を段階的に変更するZCAVフォーマットにおいても適用することが可能である。このときは、回転数が異なる半径領域毎に、複数の補正值テーブルを確保し、記録する半径に従ってこれらの補正值テーブルを切り替えてもよい。

【0072】

【発明の効果】本発明の光情報記録装置においては、データに基づいて変調信号を生成し、記録中のトラックに隣接する複数のトラックに記録される情報を予測する隣接トラック情報取得手段と、上記隣接トラック情報取得手段の出力に基づいて、隣接する複数のトラックから生ずるクロストークをキャンセルするような補正值を演算する補正值演算手段と、上記補正值に基づいて記録信号に補整を行う信号補整手段とをもち、隣接トラックに記録されたビットから生ずるクロストークをキャンセルするような位置に記録信号のエッジ位置を補正した後、レーザ光線をオンまたはオフさせて光記録媒体にビットを形成して記録を行う。このため光情報記録装置においては、隣接トラックから予想されるクロストークに従って記録パルスのエッジ位置を微調整することにより、再生時に隣接トラックからのクロストークによって発生するジッターを除去し、低ジッターのディスクが作製可能となる。この結果、本発明の光情報記録装置により作成されたディスクは総合ジッターが低下し、高転送レートにおいて多少ノイズレベルが上昇しても、安定な再生が可能となるという効果を奏する。

【0073】また、本発明の光情報記録方法においては、隣接する複数のトラックに記録される情報を予測し、上記予測情報に従って隣接するトラックからのクロストークが減少するように変調信号のエッジ位置を移動

させて記録を行う。このため本発明の光情報記録方法においては、隣接トラックに記録される情報から予想されるクロストークに従って記録パルスのエッジ位置を微調整することにより、再生時に隣接トラックからのクロストークによって発生するジッターを除去し、低ジッターのディスクが作製可能となる。この結果、本発明の光情報記録方法により作成されたディスクは総合ジッターが低下し、高転送レートにおいて多少ノイズレベルが上昇しても、安定な再生が可能となるという効果を奏する。

【0074】また、本発明の光情報記録媒体においては、隣接する複数のトラックに記録された情報に従って、隣接トラックからのクロストークが小さくなるようにビットのエッジ位置が調整されている。このため本発明の光情報記録媒体においては、再生時に隣接トラックからのクロストークによって発生するジッターが低減し、低ジッターのディスクとなる。この結果、本発明の光情報記録媒体は総合ジッターが低下し、高転送レートにおいて多少ノイズレベルが上昇しても、安定な再生が可能となるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る光ディスク記録装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態の隣接トラック情報取得回路の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態の隣接トラックと、記録信

号の状態を模式的に表した図である。

【図4】本発明の実施の形態のクロストーク予測回路の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の実施の形態のタイミング補正回路の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施の形態の補正値テーブルの作成工程を示す工程図である。

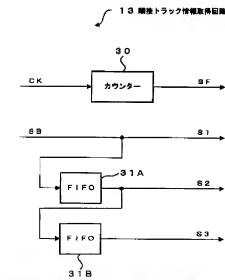
【図7】本発明の実施の形態の補正値テーブルの作成工程におけるコンピュータの処理手順を示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施の形態の光ディスク原盤上のビットを模式的に表した図である。

【符号の説明】

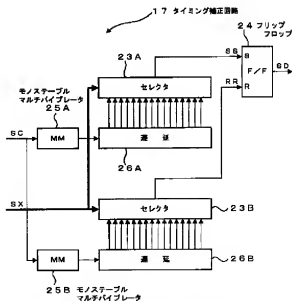
1……光ディスク記録装置、2……光ディスク原盤、5……スピンドルサーボ、7……レーザ、8……光変調器、12……変調回路、13……隣接トラック情報取得回路、14……クロストーク予測回路、17……タイミング補正回路、18A～18M……フリップフロップ、19A～19M……フリップフロップ、21A、21B……補正値テーブル、22……加算回路、23A、23B……セレクタ、24……フリップフロップ、25A、25B……モノステーブルマルチバイプレータ、26A、26B……遅延回路、41……光ディスク、42……光ディスクプレイヤー、44……コンピュータ、45……ROMライター

【図2】



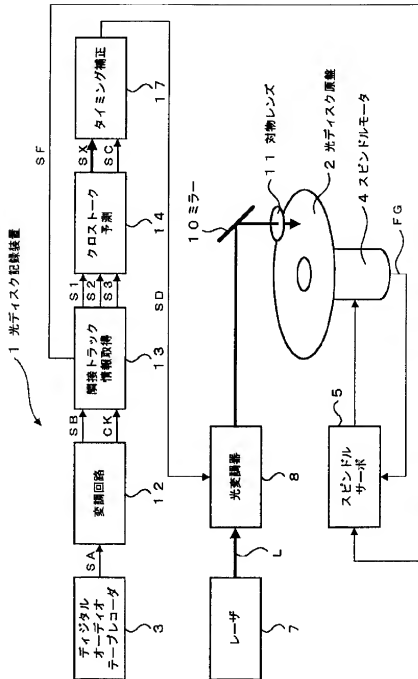
本実施の形態の隣接トラック情報取得回路の構成を示すブロック図

【図5】



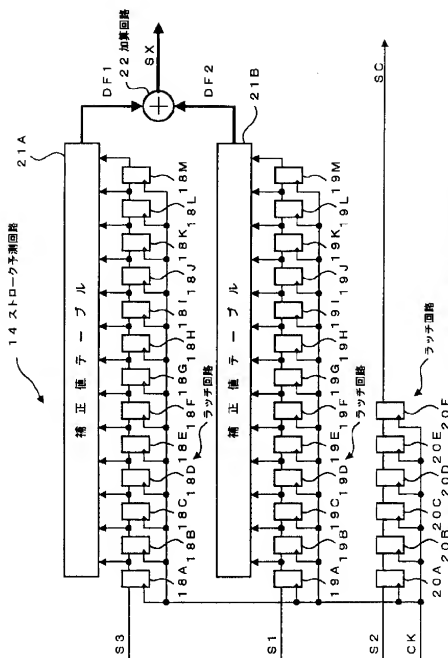
本実施の形態のタイミング補正回路の構成を示すブロック図

【図1】



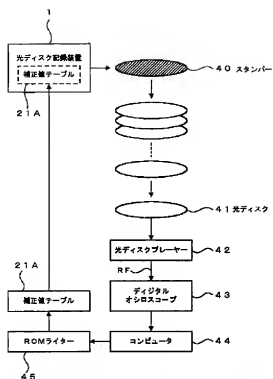
本実施の形態の形態の光ディスク記録装置の構成を示すブロック図

【図4】



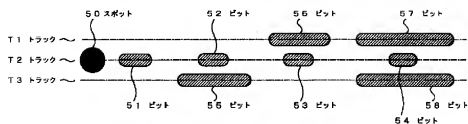
本実施の形態のクロストーク予測回路の構成を示すブロック図

【図6】



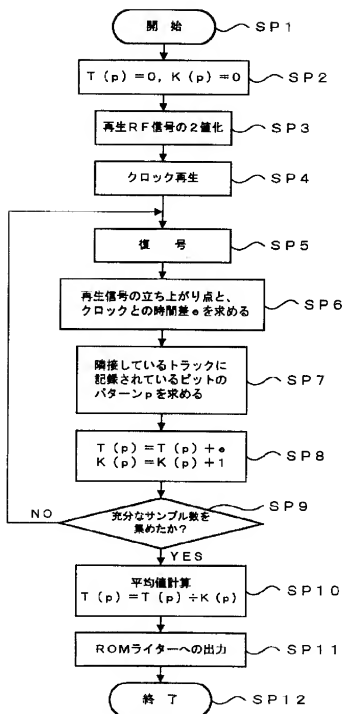
本実施の形態の補正値テーブルの作成工程を示す工程図

【図8】



本実施の形態の光ディスク厚壁上のビットを模式的に表した図

【図7】



本実施の形態の補正値テーブル作成工程における
コンピュータの処理手順を示すフローチャート